

\_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_، اجزاء بنیادی جهان مادی هستند. انرژی از راه‌های گوناگون با ماده ارتباط دارد، چنانکه کاهش \_\_\_\_\_ خورشید موجب تولید \_\_\_\_\_ می‌شود. «غذا» همواره نقش محوری در رشد، تندرستی و زندگی انسان داشته است. پیشرفت دانش و فناوری، موجب افزایش تولید فرآورده‌های کشاورزی و دامی و تولید صنعتی غذا شده است. در تولید انبوه، به دلیل فساد مواد غذایی و دشواری نگهداری، حفظ کیفیت و ارزش مواد غذایی، اهمیت به‌سزایی دارد. همچنین در صنایع غذایی، حجم عظیمی «آب» مصرف می‌شود و تأمین غذای جامعه را مشکل‌تر می‌کند.

خود را بیازمایید صفحه ۵۱؛

الف) \_\_\_\_\_ و در درجه دوم \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_.

ب) با حذف خوراکی‌های غیر ضروری (مانند چیپس، پفک، نوشابه) تاحدی امکان تأمین هزینه مصرف انواع \_\_\_\_\_ در سبد خانوار تأمین می‌شود. (!!)

پ)

- توزیع شیر رایگان در مدارس، مهدکودک‌ها، پادگان‌ها و دانشگاه‌ها
- دادن علوفه و داروی دامی با قیمت ارزان به دامدار
- فرهنگ‌سازی مصرف

ت) فرهنگ‌سازی استفاده بیشتر از حبوبات (مصرف عدسی یا آش در وعده صبحانه یا عصرانه)، مصرف انواع حبوبات در سالاد

سرانه مصرف ماده غذایی، مقدار میانگین مصرف آن را به ازای هر فرد در یک گستره زمانی نشان می‌دهد.

غذا، چیزی فراتر از یک پاسخ به احساس گرسنگی است. مصرف غذا؛

۱. مورد نیاز برای ماهیچه‌ها، ارسال پیام‌های عصبی، جابه‌جایی یون‌ها و مولکول‌ها از دیواره هر یاخته را تأمین می‌کند.
۲. \_\_\_\_\_ اولیه برای ساخت و رشد بخش‌های مختلف بدن را فراهم می‌کند. (بخش عمده \_\_\_\_\_، \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ می‌موجود در بدن از غذا تأمین می‌شود.) این فرآیندها وابسته به انجام واکنش‌های شیمیایی هستند، که دمای بدن را نیز تنظیم و کنترل می‌کنند. هر کدام از این واکنش‌ها، «آهنگ» ویژه‌ای دارند.

تغذیه درست، شامل وعده‌های غذایی است که مخلوط منابع از انواع ذره‌ها را در بر می‌گیرد. سوء تغذیه هنگامی رخ می‌نماید که وعده‌های غذایی با کمبود نوع خاصی از این ذرات همراه باشد. از طرفی، افزایش نامناسب برخی مولکول‌ها و یون‌ها در غذا نیز، سبب بیماری خواهد شد.

### «غذا، ماده و انرژی»

بدن برای انجام فعالیت‌های ارادی و غیرارادی، به ماده و انرژی نیاز دارد. یکی از راه‌های آزاد شدن انرژی سوخت‌ها (مانند بنزین و ...) «سوزاندن» آن‌ها است. هر ماده غذایی نیز انرژی دارد و میزان انرژی به «جرم» آن بستگی دارد.

دمای یک ماده، از چه خبر می دهد؟

دما: کمیتی که میزان \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ اجسام را نشان می دهد.

شکل ۱ صفحه ۵۴: وقتی به ظرف محتوی آب، گرما داده می شود، به تدریج \_\_\_\_\_ آن افزایش می یابد تا اینکه سرانجام \_\_\_\_\_ یا اگر به یخ داده شود، \_\_\_\_\_ می شود. در این حالت ها، با گرفتن گرما، \_\_\_\_\_ ذرات بیشتر شده و دما \_\_\_\_\_ می رود یا \_\_\_\_\_ ماده عوض می شود.

جنبش نامنظم ذره ها: گاز ○ مایع ○ جامد / آب گرم ○ آب سرد

دمای بالاتر ← میانگین \_\_\_\_\_ حرکت ذرات بیشتر ← میانگین انرژی \_\_\_\_\_ ذرات بیشتر.  
یعنی: دمای ماده؛ معیاری برای توصیف \_\_\_\_\_ تندی و \_\_\_\_\_ انرژی جنبشی ذره های سازنده ماده است.  
یکای رایج دما، درجه \_\_\_\_\_ ( ) اما یکای دما در SI، \_\_\_\_\_ ( ) است.  
ارزش دمایی ۱ درجه سانتی گراد برابر ۱ کلوین \_\_\_\_\_ .  
لذا در فرآیندهایی که دما تغییر می کند،  $\Delta T \circ \Delta \theta$  است.  
\_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_

با هم بیندیشیم صفحه ۵۵:

- الف) شکل A نمونه ای از هوا را در \_\_\_\_\_ نشان می دهد.  
ب) شکل B، نمونه ای از هوا را در یک روز \_\_\_\_\_ نشان می دهد.  
پ) اگر مجموع انرژی جنبشی ذره های سازنده یک نمونه ماده، هم ارز با انرژی گرمایی آن باشد؛ انرژی گرمایی \_\_\_\_\_ بیشتر بوده زیرا \_\_\_\_\_ آن بیشتر است.
- الف) میانگین تندی مولکول ها در ظرف A ○ ظرف B  
ب) انرژی گرمایی ظرف A ○ ظرف B (چون \_\_\_\_\_ آن بیشتر است).  
با هم بیندیشیم ۱: \_\_\_\_\_ یکسان، دمای \_\_\_\_\_ متفاوت ← انرژی گرمایی متفاوت  
با هم بیندیشیم ۲: \_\_\_\_\_ یکسان، \_\_\_\_\_ متفاوت ← انرژی گرمایی متفاوت  
نتیجه: انرژی گرمایی یک نمونه ماده، هم به \_\_\_\_\_ و هم به \_\_\_\_\_ بستگی دارد.  
تذکر: چون کار کردن «تعداد ذرات»، آسان نیست می توان به جای آن، \_\_\_\_\_ ماده را در نظر گرفت. چنانکه در فیزیک نیز، انرژی جنبشی از رابطه \_\_\_\_\_ به دست می آید.

تهیه غذا آب پز، تجربه تفاوت «گرما» و «دما»

گرما، صورتی از \_\_\_\_\_ و یکای آن در SI، \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ ) است.  $1 \text{ Kgm}^2 \cdot \text{s}^{-2} = 1 \text{ J}$ . از یکای \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ ) نیز برای بیان مقدار گرما در پزشکی و زیست شناسی و علم تغذیه استفاده می شود.

تعریف ژول:

تعریف کالری:

$$\text{cal} = \text{J}$$

انرژی گرمایی: \_\_\_\_\_ انرژی های جنبشی ذرات ماده / دما: \_\_\_\_\_ انرژی جنبشی ذرات ماده  
انرژی گرمایی و دما، از ویژگی های یک «نمونه ماده» و برای توصیف آن «ماده» به کار رود.

## «گرما»

صورتی از \_\_\_\_\_ است، که از جسم با \_\_\_\_\_ بالاتر، به جسم با \_\_\_\_\_ پایین‌تر منتقل می‌شود. داد و ستد گرما، می‌تواند موجب تغییر \_\_\_\_\_ مواد شود.

گرما، از ویژگی‌های یک «نمونه ماده» \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ برای توصیف آن «ماده» به کار رود. هنگامی که به ۲ ماده، گرمای یکسان داده شود، لزوماً به یک اندازه \_\_\_\_\_ نمی‌شوند.

هنگامی که به ۲ ماده، گرمای یکسان داده شود، لزوماً به یک اندازه \_\_\_\_\_ نمی‌شوند.

یعنی: دادن گرمای یکسان به دو ماده، لزوماً/حتماً تغییر دمای یکسانی را موجب می‌شود/نمی‌شود. مثال: اگر بخواهیم دمای آب و روغن زیتون\* (با جرم برابر) به یک اندازه بالا رود، باید به آب، گرمای \_\_\_\_\_ بدهیم.

\* الگوی ساختاری «روغن‌ها» با «چربی‌ها» یکسان است اما تفاوت‌هایی در ساختار دارند (مانند پیوند دوگانه بیشتر در ساختار زنجیر کربنی \_\_\_\_\_) که موجب تفاوت در \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ آن‌ها می‌شود. چنان که روغن‌ها در دمای عادی، \_\_\_\_\_ و چربی‌ها \_\_\_\_\_ هستند.

### با هم ببیندیشیم صفحه ۵۷:

الف) چون \_\_\_\_\_ موجود در نمونه آب، بسیار \_\_\_\_\_ از روغن زیتون است. دلیل: موادی چون آب و اتانول، به دلیل وجود \_\_\_\_\_ بین مولکول‌های خود، گرمای ویژه بالایی دارند\*. (جدول ۱ صفحه ۵۸). دمای آب و روغن زیتون، به یک اندازه زیاد \_\_\_\_\_ است. برای افزایش دمای آب به میزان ۵۰ درجه سانتی‌گراد، (نسبت به روغن زیتون) گرمای \_\_\_\_\_ جذب شده، پس انرژی گرمایی ظرف محتوی آب، \_\_\_\_\_ است و تخم مرغ، گرمای \_\_\_\_\_ دریافت می‌کند. ب) ظرفیت گرمایی: (C) \_\_\_\_\_ لازم برای افزایش \_\_\_\_\_ ماده به اندازه \_\_\_\_\_ درجه \_\_\_\_\_ (یا ۱ \_\_\_\_\_)

$Q = C\Delta\theta \rightarrow C = \frac{Q}{\Delta\theta} \rightarrow$  (یکای C: \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_)  $C_{H_2O} = \frac{J}{K(\frac{J}{J.K^{-1}})} \bigcirc C_{il.oil} = \frac{J}{k(\frac{J}{J.k^{-1}})}$   
پ) بستگی دارد به \_\_\_\_\_ ماده و \_\_\_\_\_ ماده (به خاطر تفاوت در نوع \_\_\_\_\_ یا نیروهای \_\_\_\_\_) (هرچه \_\_\_\_\_ ماده بیشتر باشد، برای رساندن آن به دمای مشخص، \_\_\_\_\_ بیشتری لازم است).  
ت) گرمای ویژه: (c) ظرفیت گرمایی \_\_\_\_\_ ماده

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow c = \frac{Q}{m\Delta\theta} \downarrow$$

(\_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_) یکای C:  $C_{H_2O} = \text{---} = \text{---}(\text{---})$   $C_{ol.oil} = \text{---} = \text{---}(\text{---})$

ث) رابطه C با c:

هر کمیتی که از ویژگی‌های ماده باشد، (میتواند/نمیتواند) برای توصیف آن به کار رود.

ظرفیت گرمایی: از ویژگی‌های نمونه ماده \_\_\_\_\_ و می‌تواند/نمی‌تواند برای توصیف آن ماده به کار رود.

گرمای ویژه: از ویژگی‌های یک نمونه ماده \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ برای توصیف آن ماده به کار می‌رود.

خود را بیازمایید صفحه ۵۸:

۱. \_\_\_\_\_ می‌یابد. باگذشت زمان، چای، همه/بخشی از انرژی گرمایی خود را به/از محیط می‌دهد/می‌گیرد پس \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ انرژی جنبشی ذرات آن، \_\_\_\_\_ می‌یابد. (کاهش \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ نمونه) دلیل: گرما، از جایی که \_\_\_\_\_ تر است (دمای \_\_\_\_\_) به جایی که \_\_\_\_\_ است (دمای \_\_\_\_\_) حرکت می‌کند. دمای چای ( ) از دمای محیط ( ) \_\_\_\_\_ است و با \_\_\_\_\_ انرژی گرمایی، با آن «\_\_\_\_\_» می‌شود.

۲. گرما را می‌توان هم‌ارز با آن مقدار انرژی گرمایی/دمایی داشت که به دلیل تفاوت در انرژی گرمایی/دما جاری می‌شود.

۳. ماده اصلی تشکیل دهنده هر دو، \_\_\_\_\_ است، پس به مقدار \_\_\_\_\_ موجود در آن‌ها توجه می‌کنیم. نان، \_\_\_\_\_ کمتری دارد، چون \_\_\_\_\_ شده است، پس \_\_\_\_\_ با محیط هم‌دما می‌شود.

نتیجه: «آهنگ» تغییر دمای مواد مختلف (مبادله \_\_\_\_\_ با \_\_\_\_\_) یکسان \_\_\_\_\_.

نکته: هنگام مبادله گرما بین دو «ماده»؛ (اگر از هدر رفت یا اتلاف گرما چشم‌پوشی کنیم) مقدار گرمایی که ماده با دمای \_\_\_\_\_ است می‌دهد،  $|Q_A| = |Q_B|$  برابر با مقدار گرمایی است که ماده با دمای \_\_\_\_\_ می‌گیرد. یعنی قدر مطلق \_\_\_\_\_ مبادله شده در آن دو، \_\_\_\_\_ است.

تمرین ۱:

جسم A به جرم ۱۰۰ g و دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد را در تماس با جسم B به جرم ۲۰۰ g و دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار می‌دهیم تا «هم‌دما» شوند. A و B در چه دمایی، هم‌دما می‌شوند؟ (بر حسب درجه سانتی‌گراد) (المپیاد شیمی ۸۶)

۱. ۱۸۰      ۲. ۱۶۰      ۳. ۱۵۰      ۴. ۱۴۵

راه اول:

$$|Q_A| = |Q_B| \rightarrow$$

راه دوم (هنگام تغییر فاز قابل استفاده نیست).

$$\theta_{\text{تعادلی}} = \frac{m_1 C_1 \theta_1 + m_2 C_2 \theta_2}{m_1 C_1 + m_2 C_2} = \frac{\sum (mc\theta)}{\sum mc}$$

تمرین ۲: به آلیاژی از تیتانیم و نیکل به جرم ۲۰۴ گرم، مقدار ۲۱ ژول گرما دادیم و دمای آن  $10^\circ\text{C}$  افزایش یافت. به تقریب، چند درصد جرم این آلیاژ را نیکل تشکیل داده است؟  $C_{Ti} = 0.5 (J.g^{-1}.^\circ\text{C}^{-1})$   $C_{Ni} = 0.45 (J.g^{-1}.^\circ\text{C}^{-1})$

۱. ۶/۳۷      ۲. ۲/۴۹      ۳. ۶/۲۸      ۴. ۵/۷۱

## جاری شدن انرژی گرمایی

«بررسی کیفی و کمی انرژی مبادله شده بین سامانه و محیط»

سامانه: بخشی از جهان، که — — را در آن بررسی می‌کنیم.

محیط: هرچه — سامانه وجود دارد.

مثال: بررسی مبادله گرما بین یک لیوان آب و محیط:

( معمولاً سامانه با مرزهای مشخصی از محیط جدا می‌شود. ) فرآیند جاری شدن انرژی:

تمرین: مبادلات انرژی را هنگام مصرف بستنی با دمای ۰ درجه سانتی گراد تا هضم آن را بررسی کنید.

### فرآیند گرماگیر

در شرایط هم‌دما ( $\Delta\theta = 0$ )

جاری شدن انرژی از \_\_\_\_\_ به \_\_\_\_\_ واکنش یا فرآیند،  
برای انجام شدن، گرما می \_\_\_\_\_ .

سطح انرژی طرف دوم ○ سطح انرژی طرف اول

○ ○ Q

نماد Q در طرف \_\_\_\_\_ نوشته می‌شود:

۱- واکنش گرماگیر:  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$

۲- فرآیند گرماگیر:  $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  \_\_\_\_\_

سطح انرژی سامانه

### فرآیند گرماده

در شرایط هم‌دما ( $\Delta\theta = 0$ )

جاری شدن انرژی از \_\_\_\_\_ به \_\_\_\_\_ واکنش یا فرآیند،  
برای انجام شدن، گرما می \_\_\_\_\_ .

سطح انرژی طرف دوم ○ سطح انرژی طرف اول

○ ○ Q

نماد Q در طرف \_\_\_\_\_ نوشته می‌شود:

۱- واکنش گرماده:  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{HCl}$

۲- فرآیند گرماده:  $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s})$  \_\_\_\_\_

سطح انرژی سامانه

## گرما در واکنش‌های شیمیایی (گرمایشی)

هر واکنش شیمیایی، ممکن است با تغییر \_\_\_\_\_، تولید \_\_\_\_\_، آزاد شدن \_\_\_\_\_ و ایجاد \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ همراه باشد، اما: داد و ستد \_\_\_\_\_، یک ویژگی بنیادی واکنش‌های شیمیایی است. ترموشیمی (گرمایشی) به بررسی \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ گرمای واکنش‌های شیمیایی، \_\_\_\_\_ آن و تأثیری که بر \_\_\_\_\_ ماده دارد، می‌پردازد.

### بررسی شکل ۳ صفحه ۶۰:

(الف) مواد غذایی، پس از گوارش، انرژی لازم برای \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ یاختمها را تأمین می‌کنند.  
(ب) سوخت‌ها، انرژی لازم برای حمل و نقل، و نیز گرمایش محیط‌های گوناگون را فراهم می‌کند.  
(پ) زغال کک، واکنش‌دهنده‌ای رایج در استخراج آهن، و تأمین‌کننده \_\_\_\_\_ لازم برای واکنش است.  
منبع انرژی در بدن، \_\_\_\_\_ است. انرژی غذا، پس از انجام واکنش‌های شیمیایی گوناگون، به سلول‌ها می‌رسد. این واکنش‌ها ممکن است گرماده یا گرماگیر باشند اما فرایند کلی اکسایش گلوکز در مجموع، گرما \_\_\_\_\_ است. البته دمای بدن تغییر محسوسی \_\_\_\_\_

دلیل: دمای واکنش‌دهنده‌ها با دمای فرآورده‌ها \_\_\_\_\_ است ( $\Delta\theta$ )  
درواقع، انرژی آزاد شده در این واکنش، ناشی از تفاوت دمای مواد واکنش‌دهنده و فرآورده \_\_\_\_\_، بلکه تفاوت میان انرژی \_\_\_\_\_ مواد و واکنش‌دهنده و فرآورده است.

انرژی پتانسیل در اینجا، به معنای انرژی ناشی از نیروهای \_\_\_\_\_ ذرات سازنده آن است.  
انرژی پتانسیل موجود در یک نمونه ماده، انرژی \_\_\_\_\_ نام دارد.  
انرژی پتانسیل در پیوندهای مختلف، با هم \_\_\_\_\_ است، چون اتم‌های مختلفی با هم پیوند دارند. مثال:  
تفاوت اتم‌های دارای پیوند اشتراکی، موجب تفاوت در نیروهای \_\_\_\_\_ (این نیروها، شامل «پیوندها» و «نیروهای بین مولکولی» است.) این نیروها، شامل «پیوندها» و «نیروهای بین مولکولی» است. اتم‌ها (در مولکول) و در نتیجه؛ تفاوت در \_\_\_\_\_ پیوندها است.

انجام واکنش شیمیایی، موجب تغییر در پیوندها یا شیوه اتصال اتم‌ها با یکدیگر، و تفاوت آشکاری در انرژی \_\_\_\_\_ وابسته به آن‌ها می‌شود؛ که خود را به صورت \_\_\_\_\_ (ی مبادله‌شده) نشان می‌دهد.

### با هم ببیندیشیم صفحه ۶۱: در دو واکنش:

- الف) واکنش‌دهنده‌ها یکسان هستند/نیستند ← سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها یکسان \_\_\_\_\_  
فرآورده، یکسان \_\_\_\_\_ ← سطح انرژی فرآورده در دو واکنش یکسان \_\_\_\_\_  
ب) در واکنش اول/دوم، سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها \_\_\_\_\_ ← پایدارتر
- الف) چون سطح انرژی گرافیت و الماس، یکسان \_\_\_\_\_، (به دلیل تفاوت در نیروهای نگهداری) \_\_\_\_\_  
ب) پایدارتر است، چون فاصله کم‌تری با فرآورده دارد، گرمای سوختنی \_\_\_\_\_ دارد.  
نحوه اتصال اتم‌های کربن، تعداد و نوع پیوندهای اشتراکی کربن - کربن، در این دو آلوتروپ، و در نتیجه، رفتار شیمیایی آن‌ها (مانند پایداری یا آنتالپی سوختن) متفاوت است.

$$xKJ = g \times \frac{mol}{g} \times \frac{KJ}{mol} = \text{_____} KJ \quad (\text{پ} - ۲)$$

## یخچال صحرایی!

دو ظرف از جنس — داریم که فضای بین آن‌ها از شن خیس پر می‌شود. پارچه‌ای — به عنوان درپوش، تحویه را انجام می‌دهد. آب درون ظرف درونی، به تدریج در بدنه ظرف بیرونی نفوذ می‌کند و — می‌شود:  $H_2O( ) + Q \rightarrow H_2O( )$  این فرآیند، گرما — است و گرمای لازم را از سامانه دریافت می‌کند که باعث افت دما و خنک شدن محتویات دستگاه می‌شود.

### فرآیندهای تغییر حالت مواد

قث

هخشقهخ

### عوامل مؤثر بر گرمای واکنش: (یک عامل ثابت، و سه عامل متغیر)

۱. مواد واکنش (واکنش دهنده‌های و فرآورده‌ها): مواد مختلف، سطوح انرژی متفاوت دارند. گرمای واکنش، — سطح انرژی مواد طرف اول و دوم واکنش است. این عامل، متغیر —، چون با تغییر مواد، در واقع، واکنش دیگری داریم.
۲. — و —: تغییر این دو عامل، سطح — واکنش دهنده‌ها یا فرآورده‌ها را تغییر می‌دهد.
۳. — واکنش دهنده‌ها: سطح انرژی هر ماده، به مقدار آن وابسته — و تغییر مقدار مواد، سطح انرژی آن را نیز تغییر می‌دهد.

تمرین: سوختن هر مول متان،  $89. \text{KJ}$  انرژی آزاد می‌کند. با سوختن ۱ گرم متان، چند کالری گرما تولید می‌شود؟

۴. — مواد واکنش: در معادله «ترموشیمیایی»، باید انرژی — در واکنش ذکر شود.

حال اگر

حالت فیزیک یکی از مواد در واکنش تغییر کند، سطح — آن نیز تغییر می‌کند و در نهایت، گرمای واکنش را تغییر می‌دهد.

I)  $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) + Q_1$  ( در دمای \_\_\_\_\_ )

II)  $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l) + Q_2$  ( در دمای \_\_\_\_\_ )

$H_2O$  تولید شده در واکنش سوختن متان، ابتدا در دمای شعله است و حالت فیزیکی گازی دارد، اگر مقداری صبر کنیم تا سامانه با محیط، « \_\_\_\_\_ » شود،  $H_2O$  به حالت مایع در می‌آید. این فرآیند (تبخیر/میعان)، خود، گرما \_\_\_\_\_ است و در رسیدن از I به II مقداری گرما \_\_\_\_\_ می‌شود. یعنی  $Q_2$ ، از لحاظ عددی، از  $Q_1$  \_\_\_\_\_ است.

تمرین) گرمای تبخیر مولی آب را برحسب  $Q_1$  و  $Q_2$  به دست آورید:

گرمای تبخیر مولی = \_\_\_\_\_ ○ °

با هم بیندیشیم ۳ صفحه ۶۲:

اولاً: میعان، گرما \_\_\_\_\_ است، پس گرمای واکنش با عدد +/ - گزارش می‌شود.

ثانیا: گرمای آزاد شده در میعان و نیز گرمای واکنش هردو، علامت دارند و مجموع آن‌ها با علامت باید از نظر عددی از

۴۸۴ \_\_\_\_\_ باشد ( یعنی عدد \_\_\_\_\_ )

پرسش:

گرمای آزاد شده در کدام حالت، مقدار عددی بیشتری دارد؟ (روش: باید یک طرف کمترین و طرف دیگر بیشترین سطح انرژی را داشته باشد)

۱.  $2O(l) \rightarrow O_2(g)$     ۲.  $2O(g) \rightarrow O_2(l)$     ۳.  $2O(g) \rightarrow D_2(g)$     ۴.  $2O(l) \rightarrow O_2(l)$

«آنتالپی (H)، همان محتوای انرژی است»

هر نمونه ماده، دارای شمار بسیار زیادی «ذره سازنده» است. این ذره‌ها، دارای:

۱- \_\_\_\_\_ نامنظم (انرژی \_\_\_\_\_) و ۲- \_\_\_\_\_ با یکدیگر (انرژی \_\_\_\_\_) هستند

یک نمونه ماده، با \_\_\_\_\_ آن در \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ معین، توصیف می‌شود. مانند ۲۰۰ گرم آب در دما و فشار معین یک نمونه ماده در یک ظرف، می‌تواند یک \_\_\_\_\_ به شمار آید.

«انرژی کل» یک سامانه، هم ارز «محتوای \_\_\_\_\_» یا «\_\_\_\_\_» آن سامانه است. یعنی: همه مواد، در دما و فشار معین، «\_\_\_\_\_» مشخصی دارند.

با انجام واکنش شیمیایی، «محتوای \_\_\_\_\_» یا «\_\_\_\_\_» مواد، تغییر می‌کند. (مانند نمودار ۵ صفحه ۶۴)

مهم:  $Q_p = H_{\text{_____}} - H_{\text{_____}} = \Delta H$  واکنش (\_\_\_\_\_ آنتالپی)

$Q_p$  به معنای \_\_\_\_\_ مبادله شده در «\_\_\_\_\_» است.

مقدار عددی  $\Delta H$  در یک فرآیند، \_\_\_\_\_ آن را نشان می‌دهد، اما علامت + یا -، به ترتیب، \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ بودن آن را نشان می‌دهد.

خود را بیازمایید صفحه ۶۴ و ۶۵:

۱. الف)  $\Delta H \bigcirc 0$  ،  $CO_2(s) \rightarrow CO_2(g)$

ب)  $\Delta H \bigcirc 0$  ،  $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$

پ)  $\Delta H \bigcirc 0$  ،  $N_2O_4(g) \rightarrow 2NO_2(g)$

ت)  $\Delta H \bigcirc 0$  ،  $N_2O(l) \rightarrow H_2O(s)$



۲.  $۲O_۲(g) + \underline{\hspace{2cm}} \leftrightarrow ۲O_۳(g)$

$x(KJ) = \frac{\underline{\hspace{2cm}} KJ}{\underline{\hspace{2cm}} molO_۳} \times \underline{\hspace{2cm}} molO_۳ = \underline{\hspace{2cm}} (KJ)$

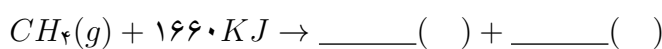
$(\Delta H = \underline{\hspace{2cm}})(\Delta H = \underline{\hspace{2cm}})$

## «آنتالپی پیوند» و «میانگین آنتالپی پیوند»

انجام یک واکنش شیمیایی، نشانه‌ای از تغییر در \_\_\_\_\_ اتم‌ها (ذرات) به یکدیگر است، که نتیجه آن، تغییر \_\_\_\_\_ و به دنبالش تغییر \_\_\_\_\_ مواد است. یکی از خواصی که در واکنش‌های شیمیایی تغییر می‌کند، محتوای \_\_\_\_\_ مواد است. مثلاً، یک نمونه گاز هیدروژن، دارای شمار بسیار زیادی \_\_\_\_\_ دو اتمی است. با صرف \_\_\_\_\_، پیوند \_\_\_\_\_ بین اتم‌ها در مولکول می‌شکند و به \_\_\_\_\_ هایی تبدیل می‌شود که \_\_\_\_\_ تر و \_\_\_\_\_ تر هستند. در ترموشیمی، به مقدار  $436 \text{ KJ}$ ، آنتالپی \_\_\_\_\_ می‌گویند:

$$\Delta H ( \text{ } ) = \bigcirc 436 ( \text{KJ.mol}^{-1} )$$

**آنتالپی پیوند:** انرژی لازم برای \_\_\_\_\_ ۱ پیوند در مولکول \_\_\_\_\_ و تبدیل آن به اتم‌های \_\_\_\_\_ در مولکول‌هایی که «اتم مرکزی» به چند اتم یکسان با پیوند اشتراکی متصل است، (مانند  $\text{CH}_4$ ) این پیوندهای یکسان، آنتالپی کاملاً یکسان \_\_\_\_\_! در این حالت، به کار بردن اصطلاح \* \_\_\_\_\_ آنتالپی پیوند، مناسب‌تر است.



$$\Delta H_{(C-H)} = \div = ( \text{KJ.mol}^{-1} )$$

پرسش) در چند مورد، به کار بردن میانگین آنتالپی پیوند، مناسب‌تر است؟ \_\_\_\_\_ مورد

۱.  $\text{NH}_3(g)$       ۲.  $\text{ds}$       ۳.  $\text{H} - \text{Br}(g)$       ۴.  $\text{H}_2\text{O}(g)$

خود را بیازمایید صفحه ۶۶:

الف) (پیوند \_\_\_\_\_ شده ← گرما \_\_\_\_\_)  $\Delta H$  | پیوندها در جدول ۲ صفحه ۶۵ مربوط به مولکول ۲ اتمی (میانگین هست/نیست).

ب) (پیوند \_\_\_\_\_ شده ← گرما \_\_\_\_\_)  $\Delta H$  | پیوندها در جدول ۳ صفحه ۶۶ مربوط به مولکول‌های چند اتمی (میانگین \_\_\_\_\_)

تذکر: برای گزارش آنتالپی پیوند، همه ذرات در دو طرف واکنش به حالت \_\_\_\_\_ و همه فرآورده‌ها باید \_\_\_\_\_ باشند: (اگر قرار است همه پیوندها شکسته شود).  $\text{NH}_3( \text{ } ) + Q \rightarrow \text{ } ( \text{ } ) + \text{ } ( \text{ } )$

## «آنتالپی پیوند، راهی برای تعیین $\Delta H$ واکنش»

۱) روش محاسباتی برای تعیین  $\Delta H$  واکنش:

در واکنش شیمیایی، «معمولاً» تعدادی پیوند \_\_\_\_\_ و تعدادی پیوند جدید \_\_\_\_\_ می‌شود.

برای «شکستن» پیوند، مقداری انرژی \_\_\_\_\_ می‌شود (با علامت  $\bigcirc$  گزارش می‌شود).

هنگام «تشکیل» پیوند، مقداری انرژی \_\_\_\_\_ می‌شود (با علامت  $\bigcirc$  گزارش می‌شود).  $\Delta H$  واکنش، این انرژی‌های \_\_\_\_\_ شده است.

استفاده از آنتالپی پیوند، برای تعیین  $\Delta H$  واکنش‌های \_\_\_\_\_ مناسب‌تر است. (همه مواد در حالت \_\_\_\_\_)

هرچه مواد واکنش، مولکول‌های \_\_\_\_\_ داشته باشند،  $\Delta H$  محاسبه شده، با داده‌های \_\_\_\_\_ همخوانی بیشتری دارد، و هرچه مولکول‌ها پیچیده‌تر باشند،  $\Delta H$  محاسبه شده با داده‌های \_\_\_\_\_ تفاوت‌های آشکار نشان می‌دهد.

۲) استفاده از «آنتالپی پیوند» برای تعیین  $\Delta H$  واکنش: (خود را بیازمایید ۱ صفحه ۶۷)

$$\Delta H \text{ واکنش: } [ \text{مجموع آنتالپی‌های پیوند} ] - [ \text{مجموع آنتالپی‌های پیوند} ]$$

نکته: در جدول آنتالپی پیوند، همه اعداد علامت  $\ominus$  دارند و  $\frac{\text{کسب‌شدنی}}{\text{نتیجه‌ایست}}$  علامت  $\ominus$  پیش از آنتالپی پیوند فرآورده‌ها، برای آن است که  $\ominus$  در  $\ominus$ ،  $\ominus$  شود. ( چون در فرآورده‌ها، پیوندها در حال تشکیل هستند که فرآیندی گرماده است و باید با عدد منفی نوشته شود. )

خود را بیازمایید ۲ صفحه ۶۸ الف)

(ب)

(پ)

تمرین ۱ اگر برای تبدیل ۱ گرم از گازهای متان و اتان، به اتم‌های گازی جدا از هم، به ترتیب ۱۰۳ و ۹۴ کیلوژول انرژی مصرف شود، آنتالپی C-C چند  $\frac{KJ}{mol}$  است؟ (H = ۱ و C = ۱۲)

تمرین ۲ به کمک «جدول آنتالپی پیوند»، آنتالپی سوختن کامل اتانول و بنزین را به دست آورید:

خود را بیازمایید ۲ صفحه ۷۰:

الف) این دو ترکیب، فرمول مولکولی  $\frac{\text{یکسان}}{\text{تفاوت}}$ ، و ساختار \_\_\_\_\_ دارند.

نتیجه: این دو ترکیب، \_\_\_\_\_ (هم \_\_\_\_\_) هستند.

ب)  $\frac{\text{بله}}{\text{خیر}}$ ، چون ساختار آن‌ها یکسان \_\_\_\_\_.

پ)  $\frac{\text{بله}}{\text{خیر}}$ ، چون تفاوت در \_\_\_\_\_، موجب تفاوت در \_\_\_\_\_ از جمله سطح انرژی است.

محتوای انرژی یک ترکیب، در دما و فشار ثابت، علاوه بر «نوع» و «تعداد» اتم‌ها به نحوه \_\_\_\_\_ اتم‌ها، و «نوع» پیوندهای شیمیایی مربوط است.

### آشنایی با گروه‌های عاملی

گروه عاملی؛ \_\_\_\_\_ منظمی از \_\_\_\_\_ ها است که به مولکول دارای آن، خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه می‌بخشد.

در گروه‌های عاملی، \_\_\_\_\_ اتصال اتم‌ها با یکدیگر، یا \_\_\_\_\_ بین آن‌ها، اهمیت ویژه دارد.

گروه عاملی، در تعیین \_\_\_\_\_ ترکیبات آلی، نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. به عنوان مثال خواص ادویه، به طور عمده وابسته به

ترکیب‌های آلی موجود در آن‌ها است که در ساختار آن‌ها، علاوه بر C و H، اتم‌های \_\_\_\_\_ و گاهی \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_

وجود دارد. تفاوت در خواص ادویه، به دلیل تفاوت در ساختار این مواد آلی است. ( گروه عاملی، قسمتی از ترکیب آلی

است که با دیدن آن، می‌فهمیم این ترکیب، \_\_\_\_\_ نیست! )

## آنتالپی سوختن، تکیه‌گاهی برای تامین انرژی

بدن ما از غذا، مواد گوناگونی شامل \_\_\_\_\_ ها، \_\_\_\_\_ ها، \_\_\_\_\_ ها، و مواد \_\_\_\_\_ دریافت می‌کند.

از این بین، کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها، علاوه بر: (۱) تامین \_\_\_\_\_ اولیه برای سوخت و ساز، (۲) تامین \_\_\_\_\_ یاخته‌ها نیز هستند.

از این سه دسته، تنها \_\_\_\_\_ در بدن به \_\_\_\_\_ شکسته شده و در خون حل می‌شود. \_\_\_\_\_، قند خون است، خون این ماده را به یاخته‌ها می‌رساند و در آنجا \_\_\_\_\_ می‌یابد و \_\_\_\_\_ تولید می‌کند.

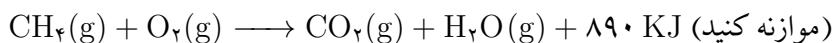
بدن، بیشتر \_\_\_\_\_ را ذخیره می‌کند چون انرژی حاصل از اکسایش جرم برابری از آن با دو ماده دیگر، بیشتر است. (جدول ۴ صفحه ۷۰)

**انرژی سوختی:** انرژی حاصل از سوختن ۱ \_\_\_\_\_ از ماده غذایی (یکا: \_\_\_\_\_) جواب ۵ صفحه ۷۱

تمرین (۱): اگر درصد چربی در ترکیب یک ماده غذایی ۲٪، و درصد پروتئین و کربوهیدرات در آن، به ترتیب ۳ برابر و ۲۴ برابر چربی باشد، ارزش سوختی این ماده غذایی  $\frac{KJ}{g}$  است؟ (راهنمایی: جرم ماده غذایی را ۱۰۰ گرم فرض کنید. ) نکته: جرم کربوهیدرات و پروتئین را می‌توان جمع و یکجا محاسبه کرد (چون ارزش سوختی آن‌ها یکسان است. )

تمرین (۲): با گرمای آزاد شده از سوختن ۵۰ g از ماده غذایی تمرین (۱)، چند مول آب ۸۰° را می‌توان به جوش آورد؟ (فرض کنید در این فرآیند، ۲۰٪ هدر رفت انرژی وجود دارد. )  $C(H_2O) = 4/2 (J.g^{-1}.^{\circ}C^{-1})$

سوختن برای تهیه غذای گرم، معمولاً از سوخت‌های \_\_\_\_\_ استفاده می‌شود. مانند \_\_\_\_\_ که (عمده) گاز شهری را تشکیل می‌دهد، در حضور اکسیژن کافی می‌سوزد و انرژی زیادی تولید می‌کند:



آنتالپی سوختن: انرژی حاصل از سوختن ۱ \_\_\_\_\_ از ماده سوختنی (یکا: \_\_\_\_\_) جواب ۶ صفحه ۷۱

خود را بیازمایید صفحه ۷۱:  $-2717 \text{ (KJ.mol}^{-1}\text{)}$  (بوتن-۱)  $\Delta H_{\text{سوختن}}$  |  $-2220 \text{ (KJ.mol}^{-1}\text{)}$  (پروپان)  $\Delta H_{\text{سوختن}}$

پروپان اتان متان  
خود را بیازمایید ۲ صفحه ۷۱: الف) ارزش سوختی: اتان ○ اتانول  
۸۹۰ KJ اینجا تو بکش  
آنتالپی سوختن: اتان ○ اتانول



(ب)

پ) سوخت‌های سبز، علاوه بر  $\text{C}_x\text{H}_y$  اتم \_\_\_\_\_ نیز دارند و از پسماند سویا، نی شکر یا سایر دانه‌های روغنی استخراج می‌شوند. سوخت سبز برای سوختن، اکسیژن \_\_\_\_\_ نیاز دارد.

پرسش ①: می‌دانیم که سوختن مواد در دماهای بالا صورت می‌گیرد. چرا در خود را بیازمایید ۱ صفحه ۷۱، سوختن مواد در دمای  $25^\circ\text{C}$  مطرح شده است؟  
پاسخ: منظور از عدد  $25^\circ\text{C}$  روی پیکان در این واکنش‌ها، سوختن در دمای  $25^\circ\text{C}$  نیست، بلکه به معنای اندازه‌گیری \_\_\_\_\_ واکنش در دمای  $25^\circ\text{C}$  است.

پرسش ②: سوختن هیدروکربن‌ها در دماهای بالا صورت می‌گیرد، پس چگونه می‌توان آنتالپی سوختن را در دمای  $25^\circ\text{C}$  اندازه‌گیری کرد؟

پاسخ: ابتدا، واکنش دهنده‌ها را در دمای  $25^\circ\text{C}$  وارد سامانه می‌کنیم، پس از انجام واکنش (سوختن) اجازه می‌دهیم فرآورده‌ها \_\_\_\_\_ شوند و به دمای  $25^\circ\text{C}$  برسند. یعنی ابتدا و انتهای واکنش، در  $25^\circ\text{C}$  بررسی می‌شود. آنتالپی واکنش نیز با توجه به \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ واکنش تعیین می‌شود، حتی اگر در \_\_\_\_\_ به دمایی دیگر برسیم.  
(آنتالپی واکنش، تابع مسیر \_\_\_\_\_). چنانکه در طرح بالا نیز دیده می‌شود؛ اختلاف سطح انرژی واکنش دهنده‌ها با فرآورده‌ها (در دمای معین)، یعنی همان \_\_\_\_\_ واکنش، مقدار مشخص \_\_\_\_\_ و به مسیر پیموده شده ربط \_\_\_\_\_.

## نکات مهم مربوط به جدول ۶ صفحه ۷۱

- ۱) در اثر سوختن هیدروکربن‌ها و مواد آلی اکسیژن‌دار، گرما آزاد می‌شود. سوخت‌ها، موادی پر انرژی و <sup>پایدار</sup>ناپایدار هستند و فرآورده‌های سوختن، به نسبت <sup>پایدار</sup>ناپایدار ترند و این تفاوت، به صورت گرما آزاد می‌شود.
  - ۲) بین چند آلکان (یا سایر هیدروکربن‌های هم خانواده) آنتالپی سوختن ترکیبی بیشتر است که <sup>سبک‌تر</sup>سنگین‌تر است. (وقتی مول‌های برابر از چند هیدروکربن هم خانواده بسوزند، آنکه کربن \_\_\_\_\_ دارد، گرمای بیشتری آزاد می‌کند.)
  - ۳) بین چند آلکان (یا سایر هیدروکربن‌های هم خانواده) ارزش سوختی ترکیبی بیشتر است که <sup>سبک‌تر</sup>سنگین‌تر است. (وقتی جرم‌های برابر از چند هیدروکربن هم خانواده بسوزند، آنکه کربن \_\_\_\_\_ دارد، گرمای بیشتری آزاد می‌کند.)
  - ۴) آنتالپی سوختن ۴ خانواده جدول (هم کربن): \_\_\_\_\_ < \_\_\_\_\_ < \_\_\_\_\_ < \_\_\_\_\_
  - ۵) الکل‌های سنگین‌تر، نسبت به الکل‌های سبک‌تر، آنتالپی سوختن \_\_\_\_\_ و ارزش سوختی \_\_\_\_\_ دارند.
- (نکته ۲) در مورد الکل‌ها صدق \_\_\_\_\_ و نکته ○ نه!

## اندازه‌گیری گرمای واکنش

دو روش دارد: الف) روش مستقیم (اندازه‌گیری در آزمایشگاه، به کمک ابزار) ب) روش غیرمستقیم (به کمک محاسبه)

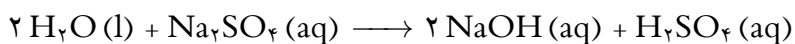
الف) روش مستقیم (گرماسنجی یا کالری‌متری) به روش تجربی، که ابزار آن، **گرماسنج** است. گرماسنج، انواع مختلف دارد و در کتاب درسی فقط به گرماسنج لیوانی اشاره شده است. (ش ۸ صفحه ۷۲)

**گرماسنج لیوانی:** گرمای واکنش را در \_\_\_\_\_ ثابت اندازه‌گیری می‌کند. (که به آن، \_\_\_\_\_ گفته می‌شود.)

این گرماسنج، برای تعیین «آنتالپی \_\_\_\_\_» و نیز آنتالپی واکنش‌ها در حالت «\_\_\_\_\_» مناسب است.

در این گرماسنج، مقداری آب درون لیوان یک‌بار مصرف (۲ لیوان درون هم) قرار می‌گیرد که تا حد ممکن عایق \_\_\_\_\_ باشد. درپوش یونالیتی روی آب قرار می‌گیرد و از درون آن، یک دماسنج و یک همزن وارد آب می‌شود تا دما را در کل محلول، تا حد ممکن \_\_\_\_\_ سازد. با اندازه‌گیری تغییر دما ( $\Delta\theta$ ) در طول فرآیند، می‌توان گرمای واکنش را از فرمول  $Q = mc\Delta\theta$  محاسبه نمود.

مسئله: در یک گرماسنج لیوانی، ۲۰۰ mL محلول سود ۱.۰ مولار با ۲۰۰ mL محلول سولفوریک اسید وارد واکنش می‌شود. اگر در پایان واکنش، مقداری اسید واکنش نداده باقی‌مانده و دما به اندازه  $(7^\circ\text{C})$  افزایش یافته باشد، آنتالپی واکنش روبه‌رو، چند KJ است؟ (همه گرمای واکنش، صرف بالا بردن دمای محلول شده و چگالی همه محلول‌ها  $1 \frac{\text{Kg}}{\text{L}}$  است. گرمای ویژه محتویات گرماسنج،  $4 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$  است.)



مسئله: حل کردن ۱۰۰ مول کلسیم کلرید در گرماسنجی حاوی ۰/۵Kg آب، دمای گرماسنج را  $1/2^{\circ}\text{C}$  بالا می‌برد. ظرفیت گرمایی گرماسنج، چند  $\text{KJ}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$  است؟ و اگر در ابتدای واکنش به جای کلسیم کلرید، ۳۰g آمونیوم نیترات ۸۰٪ خالص را در آب حل کنیم، دمای مجموعه به تقریب چند  $^{\circ}\text{C}$  تغییر می‌کند؟ افزایش می‌یابد یا کاهش؟  
(آنتالپی انحلال  $\text{CaCl}_2$  و  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  به ترتیب -۲۰۸۵ و ۲۶ کیلوژول بر مول است.)  
$$C_{\text{H}_2\text{O}} = 4/2 \left( \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot^{\circ}\text{C}} \right)$$

ب) روش غیرمستقیم: گرمای واکنش را می‌توان به کمک محاسبه، و با استفاده از استوکیومتری، آنتالپی تشکیل مواد، آنتالپی پیوند، و قانون هس محاسبه کرد، که در کتاب درسی، به دو مورد آخر پرداخته شده است.

### جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها، «قانون هس»

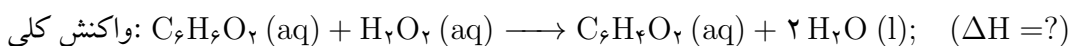
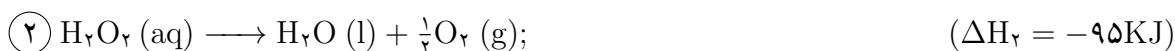
آنتالپی بسیاری از واکنش‌ها را نمی‌توان به روش \_\_\_\_\_ اندازه‌گیری نمود. برخی واکنش‌ها، یک مرحله از واکنشی «\_\_\_\_\_ مرحله» (پیچیده) هستند، و برخی از آن‌ها، به آسانی انجام نمی‌شوند، (یا اصلاً انجام نمی‌شوند!)

در این حالات، برای محاسبه گرمای واکنش، می‌توان از قانون هس کمک گرفت.

براساس «قانون هس»: [اگر واکنشی شامل «چند» مرحله باشد،  $\Delta H$  مراحل آن است.]

به بیان دیگر: [گرمای یک واکنش معین، به راهی که برای انجام آن پیش‌گرفته، وابسته \_\_\_\_\_]. روش کار: اگر معادله واکنشی را بتوان از «مجموع» معادله چند واکنش به دست آورد؛  $\Delta H$  واکنش کلی نیز از \_\_\_\_\_  $\Delta H$  همان چند واکنش (مراحل) به دست می‌آید.

مثال: حشره‌ای با نام «سوسک بمب‌افکن»، برای دفاع از خود، مخلوطی از مواد داغ را به سمت دشمن پرتاب می‌کند، که این مواد در طرف دوم واکنش کلی دیده می‌شوند. اگر واکنش کلی در واقع شامل سه مرحله با  $\Delta H$ های گفته شده باشد<sup>۱</sup>،  $\Delta H$  واکنش کلی را به دست آورید.



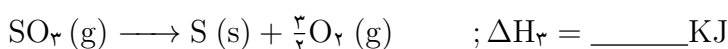
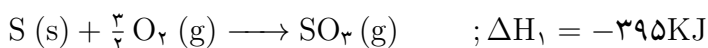
<sup>۱</sup> اگر واکنش شیمیایی با  $\Delta H$  وابسته به آن معرفی شود، به آن، واکنش \_\_\_\_\_ یا \_\_\_\_\_ می‌گویند.

**توجه:** در اکثر موارد، برای آن که از جمع‌بندی مواد در مراحل مختلف، به واکنش کلی برسیم، لازم است که تغییراتی را در واکنش‌های مراحل، انجام دهیم. این تغییرات، شامل تغییر در ضرایب، و یا جابه‌جایی واکنش‌دهنده‌ها با فرآورده‌ها است. مثلاً ضریب ماده‌ای در واکنش کلی ۲ اما در مراحل ۱ است یا ماده‌ای در واکنش کلی در طرف اول، اما در مراحل در طرف دوم است.

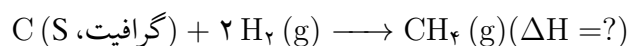
### قوانین پایداری:

۱. اگر ضرایب واکنشی n برابر شود،  $\Delta H$  واکنش باید در \_\_\_\_\_ شود.
۲. اگر جای واکنش‌دهنده(ها) با فرآورده(ها) عوض شود،  $\Delta H$  واکنش باید \_\_\_\_\_ شود (علامت \_\_\_\_\_ بگیرد).

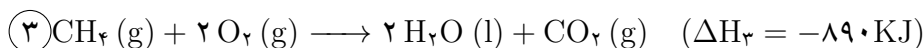
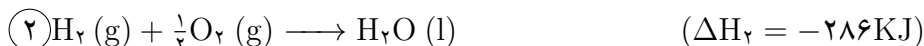
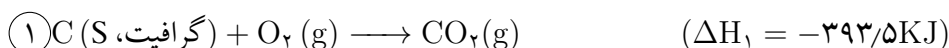
تمرین ۱: با توجه به  $\Delta H_1$  در واکنش اول،  $\Delta H_2$  و  $\Delta H_3$  را به دست آورید:



تمرین ۲: متان، ساده‌ترین هیدروکربن و نخستین عضو خانواده \_\_\_\_\_ است، و بخش عمده \_\_\_\_\_ را تشکیل می‌دهد. متان از \_\_\_\_\_ گیاهان به وسیله باکتری‌های بی‌هوازی «در آب» تولید می‌شود. نخستین بار، از سطح \_\_\_\_\_ جمع‌آوری شده و به گاز مرداب معروف است. برای تهیه این گاز، می‌توان از واکنش روبه‌رو استفاده کرد:



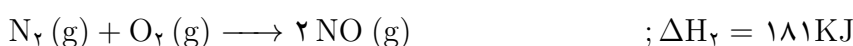
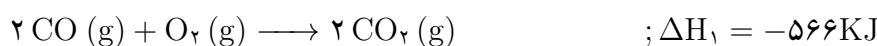
آزمایش‌ها و یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که تامین شرایط بهینه برای انجام واکنش بالا، بسیار دشوار و پرهزینه است. برای تعیین  $\Delta H$  این واکنش، می‌توان از سه واکنش ترموشیمیایی دیگر بهره گرفت:  $\Delta H$  واکنش بالا را محاسبه کنید.



تذکر: ترجیحاً هر یک از مواد واکنش را در هر مرحله پیدا کنید که در مراحل دیگر نباشد.

$\Delta H =$

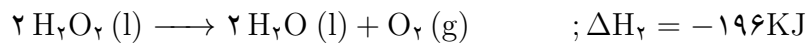
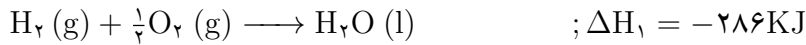
تمرین ۳: آنتالپی واکنش کلی را محاسبه کنید: (خود را بیازمایید ۲ صفحه ۷۴)



**توجه:** واکنش بالا، توسط شیمی‌دانان هواکرده، و برای تبدیل گازهای آلاینده CO و NO (که از آگروز خودروها به هواکرده وارد می‌شوند) طراحی شده تا به گازهایی با آلاینده‌گی کمتر و پایداری \_\_\_\_\_ تبدیل شوند.



تمرین ۴: (خود را بیازمایید ۱ صفحه ۷۴) الف)



ب) چون واکنش مستقیم  $\text{H}_2$  با  $\text{O}_2$  \_\_\_\_\_ تولید می‌کند که <sup>پایدارتر</sup>ناپایدارتر است.  $\text{H}_2\text{O}_2$  \_\_\_\_\_ تر است و به \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ تجزیه می‌شود.

تمرین ۵: (خود را بیازمایید ۳) الف) چون واکنش برخورد مستقیم  $\text{C}$  با  $\text{O}_2$  ، همواره \_\_\_\_\_ تولید می‌کند  $\text{CO}_2$  از  $\text{CO}$  <sup>پایدارتر</sup>ناپایدارتر است. ب)

تمرین ۶ (خود را بیازمایید ۴) الف) \_\_\_\_\_ پایدارتر است (سطح انرژی \_\_\_\_\_ دارد). دلیل: تعداد پیوند ۲ مول آمونیاک از ۱ مول هیدرازین \_\_\_\_\_ است. ب)

### غذای سالم

آهنگ واکنش، نشان می‌دهد هر تغییر شیمیایی، در چه گستره‌ای از \_\_\_\_\_ رخ می‌دهد. آهنگ واکنش، معیاری برای تعیین زمان \_\_\_\_\_ مواد است.

هرچه گستره زمان انجام واکنش، کوچک‌تر باشد، آهنگ انجام آن، \_\_\_\_\_ است، و واکنش، \_\_\_\_\_ تر انجام می‌شود. برخی روش‌های افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی:

- روش‌های قدیمی: \_\_\_\_\_ کردن، تهیه \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ سود کردن (شکل ۱۰ صفحه ۷۵)
- روش‌های جدید: تخلیه \_\_\_\_\_ درون بسته‌بندی، \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_

۱. تهیه \_\_\_\_\_ و افزودن \_\_\_\_\_ از روش‌های جدید نگهداری مواد غذایی است.

۲. عوامل محیطی مانند \_\_\_\_\_، \_\_\_\_\_، و \_\_\_\_\_ در چگونگی و زمان نگهداری مواد غذایی موثر است.

۳. پودر شدن مواد غذایی، (مانند قاووت) \_\_\_\_\_ آنها با اکسیژن را افزایش می‌دهد و در نتیجه، سبب فساد ماده غذایی \_\_\_\_\_ می‌شود.

• واکنش‌های تخریب مواد غذایی، در محیط \_\_\_\_\_ انجام می‌شود. با خشک کردن، \_\_\_\_\_ تا حد زیادی حذف و ماندگاری زیاد می‌شود.

• استفاده از اسید خوراکی (ترشی) یا نمک (با \_\_\_\_\_ مناسب) امکان رشد موجودات ذره‌بینی را کم می‌کند.

نکته: تهیه و تولید سریعتر یا کندتر یک فرآورده (صنعتی، دارویی یا غذایی) بر \_\_\_\_\_ و زمان \_\_\_\_\_ آن موثر است. آهنگ انجام واکنش، در گستره‌ای از \_\_\_\_\_، با نام \_\_\_\_\_ واکنش بیان می‌شود. خود را بیازمایید صفحه ۷۶:

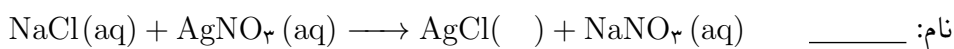
الف) کاهش \_\_\_\_\_ ← کاهش \_\_\_\_\_ واکنش‌های فساد مواد ← افزایش \_\_\_\_\_

ب) جلوگیری از اثر مخرب \_\_\_\_\_ (و سایر امواج \_\_\_\_\_) بر روغن پ) \_\_\_\_\_ کردن مغز دانه‌های خوراکی ← \_\_\_\_\_ سطح تماس مواد غذایی با \_\_\_\_\_ ← کم شدن \_\_\_\_\_

### مقایسه کیفی سرعت واکنش‌ها (شکل ۱۲) صفحه ۷۸

الف) انفجار، یک واکنش شیمیایی «\_\_\_\_\_» است. در انفجار، مقدار \_\_\_\_\_ ماده منفجرشونده (حالت \_\_\_\_\_ یا \_\_\_\_\_)، «حجم» \_\_\_\_\_ از \_\_\_\_\_ داغ تولید می‌کند.

ب) تشکیل رسوب، واکنشی «\_\_\_\_\_» است. مثال:



پ) زنگ‌زدن، واکنشی «\_\_\_\_\_» است. اشیای آهنی، در خوا \_\_\_\_\_ زنگ می‌زنند. زنگار تولیدشده، \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ است و \_\_\_\_\_ می‌ریزد.

ت) پوسیدن کاغذ، واکنشی «\_\_\_\_\_» است. کاغذ از \_\_\_\_\_ تشکیل شده و تجزیه آن به \_\_\_\_\_ در گذر زمان، باعث «\_\_\_\_\_» و «پوسیده شدن» کاغذ از کتاب‌های قدیمی می‌شود.

### عوامل موثر بر سرعت واکنش ۱+۴ (۱ عامل موثر اما ثابت) (۴ عامل موثر و متغیر)

۱) افزایش \_\_\_\_\_، ۲) افزایش \_\_\_\_\_ واکنش دهنده(ها)، ۳) افزایش سطح \_\_\_\_\_، ۴) استفاده از \_\_\_\_\_

خود را بیازمایید صفحه ۸۰ و ۸۱

الف) سرعت واکنش پتاسیم با آب (شکل سمت \_\_\_\_\_) از واکنش سدیم با آب (سمت \_\_\_\_\_) است. دلیل: خاصیت \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ پتاسیم از سدیم بیشتر است.<sup>۱</sup>

یعنی: تغییر دادن \_\_\_\_\_، می‌تواند واکنش سریع‌تری به راه بیاندازد.

ب) شعله آتش، \_\_\_\_\_ آهن موجود در کپسول چینی را داغ و \_\_\_\_\_ می‌کند اما پاشیدن و پخش کردن گرد آهن بر روی \_\_\_\_\_، سبب \_\_\_\_\_ آن می‌شود. (شکل سمت \_\_\_\_\_) (تذکر: اندازه ذرات در گرد آهن از براده آهن \_\_\_\_\_ است.)

⊗ عامل موثر بر سرعت: افزایش \_\_\_\_\_ واکنش دهنده‌ها

پ) محلول \_\_\_\_\_ (رنگ) پتاسیم پرمنگنات (aq) \_\_\_\_\_ با یک \_\_\_\_\_ آلی در دمای اتاق به \_\_\_\_\_ واکنش می‌دهد اما با گرم شدن محلول، به \_\_\_\_\_ بی‌رنگ می‌شود (واکنش می‌دهد) (شکل سمت \_\_\_\_\_)

⊗ عامل موثر بر سرعت: افزایش \_\_\_\_\_

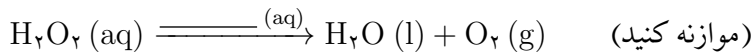
ت) الیاف آهن داغ و \_\_\_\_\_ شده (روی شعله) در هوا <sup>می‌سوزد نمی‌سوزد</sup> اما در ارلن پر از اکسیژن \_\_\_\_\_ (شکل سمت \_\_\_\_\_)

ت) الیاف آهن داغ و \_\_\_\_\_ شده (روی شعله) در هوا <sup>می‌سوزد نمی‌سوزد</sup> اما در ارلن پر از اکسیژن \_\_\_\_\_ (شکل سمت \_\_\_\_\_)

<sup>۱</sup> تغییر \_\_\_\_\_ واکنش دهنده (\_\_\_\_\_ واکنش دهنده)، می‌تواند واکنش سریع‌تری به راه اندازد اما نمی‌تواند عاملی برای تغییر سرعت یک واکنش مشخص باشد. (خود را بیازمایید صفحه ۸۰)

(\*) عامل موثر بر سرعت: افزایش \_\_\_\_\_

ث) محلول هیدروژن پراکسید (aq) در دمای اتاق به \_\_\_\_\_ تجزیه شده و \_\_\_\_\_ تولید می کند:



در حالی که افزودن دو قطره از محلول پتاسیم یدید (aq) سرعت واکنش را به طور چشمگیری \_\_\_\_\_ می دهد (شکل سمت \_\_\_\_\_)

(\*) عامل موثر بر سرعت: \_\_\_\_\_

ج) بیماران دارای مشکل تنفسی، در شرایط اضطراری نیاز به تنفس از کپسول \_\_\_\_\_ دارند. دلیل: اکسیژن در کپسول اکسیژن از \_\_\_\_\_ بیشتر است و با هر بار عمل دم، اکسیژن بیشتری وارد ریه می شود.

(\*) عامل موثر بر سرعت: افزایش \_\_\_\_\_ واکنش دهنده

ح) برخی افراد با مصرف کلم و حبوبات، دچار نفخ می شوند زیرا فاقد \_\_\_\_\_ هستند که آن ها را کامل و سریع هضم کند. دلیل: آنزیم ها در بدن، نقش \_\_\_\_\_ را دارند و «کمبود» یا «فقدان» آن ها، واکنش های هضم را \_\_\_\_\_ می کند.

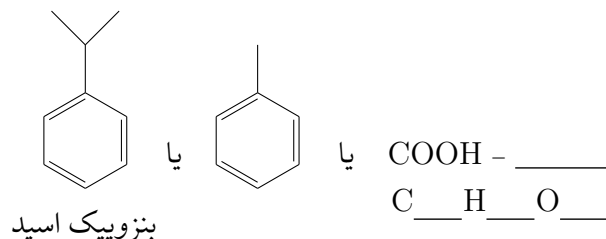
(\*) نقش \_\_\_\_\_ در سرعت واکنش

خ) واکنش سوختن قند آغشته به \_\_\_\_\_ سریع تر از سوختن قند در حالت عادی است. دلیل: در خاک باغچه، مناسب برای این واکنش وجود دارد.

(\*) نقش \_\_\_\_\_ در سرعت واکنش

### پیوند با صنعت

در صنایع غذایی، علاوه بر بسته بندی، کنسروسازی، انجماد و غیره، استفاده از مواد \_\_\_\_\_ به عنوان \_\_\_\_\_ سبب افزایش زمان \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ مواد غذایی است. «\_\_\_\_\_ها»، مواد شیمیایی مانند \_\_\_\_\_، \_\_\_\_\_ دهنده ها و \_\_\_\_\_ دهنده ها هستند که به صورت هدفمند به مواد غذایی افزوده می شوند. یکی از این افزودنی ها «\_\_\_\_\_ اسید» است که به طور طبیعی در \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ وجود دارد و به عنوان \_\_\_\_\_ به مواد غذایی افزوده می شود. نگه دارنده ها، \_\_\_\_\_ واکنش های شیمیایی منجر به \_\_\_\_\_ مواد غذایی را کاهش می دهند. بنزویک اسید به علت داشتن گروه  $COOH$  جزء اسیدهای \_\_\_\_\_ است. <sup>۱</sup> از طرفی، بنزویک اسید، حلقه \_\_\_\_\_ دارد پس جزء ترکیبات \_\_\_\_\_ نیز هست. (اسید \_\_\_\_\_)



<sup>۱</sup> مانند  $CH_3COOH$  با نام \_\_\_\_\_ اسید یا \_\_\_\_\_ اسید

پیوند با ریاضی صفحه ۸۲: ۱) کمیت \_\_\_\_\_، سطح تماس تکه زغال را با شعله در هنگام سوختن نشان می‌دهد، چون در عمق زغال، واکنش سوختن به خوبی انجام \_\_\_\_\_ (به دلیل کافی بودن \_\_\_\_\_ در دسترس) ۲) سطح آن \_\_\_\_\_ برابر و حجم آن \_\_\_\_\_ برابر می‌شود (حجم تغییر \_\_\_\_\_) ۳) گرد زغال نسبت به تکه زغال، \_\_\_\_\_ بیشتری با \_\_\_\_\_ برای سوختن دارد و سرعت سوختن گرد زغال \_\_\_\_\_ است. هرچه سطح تماس بیشتر و به \_\_\_\_\_ (نزدیک‌تر باشد، سرعت واکنش آن با سایر مواد یا تجزیه آن، \_\_\_\_\_ می‌شود. \_\_\_\_\_ برخی واکنش‌های شیمیایی مانند گوارش، تنفس، تهیه داروها و تولید فرآورده‌های صنعتی، \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ هستند.

← در چنین واکنش‌هایی باید سرعت را \_\_\_\_\_ داد (تا فرآورده‌های گوناگون، با صرفه اقتصادی تولید شوند).  
 ← برخی دیگر از واکنش‌ها مانند «\_\_\_\_\_ وسایل آهنی»، «تولید \_\_\_\_\_ ها» و «\_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ شدن کاغذ»، \_\_\_\_\_ بار و \_\_\_\_\_ هستند. ← در چنین واکنش‌هایی باید به دنبال راه‌هایی برای \_\_\_\_\_ سرعت یا حتی \_\_\_\_\_ نمودن واکنش بود.  
 برای دستیابی به چنین اهدافی، باید از \_\_\_\_\_ شیمیایی کمک گرفت.

سینتیک شیمیایی، به بررسی \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ انجام واکنش‌ها و \_\_\_\_\_ بر سرعت واکنش‌ها می‌پردازد.

### سرعت تولید یا مصرف مواد شرکت‌کننده در واکنش از دیدگاه کمی

سرعت واکنش در موارد زیادی باید با دقت اندازه‌گیری شود، یعنی باید سرعت را به شکل \_\_\_\_\_ بیان کرد. برای این کار باید \_\_\_\_\_ واکنش را به صورت «عدد» بیان کنیم.

پیشرفت واکنش: مصرف \_\_\_\_\_ یا تولید \_\_\_\_\_

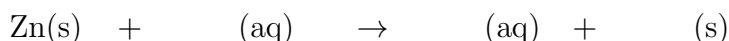
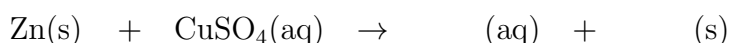
بدیهی است که پیشرفت واکنش در گستره‌ای از \_\_\_\_\_ انجام می‌گیرد.  
 نمونه: شکل ۱۴ صفحه ۸۴: در یک واکنش شیمیایی، خوراکی موجود در محلول، وارد واکنش شده و در زمان ۵ دقیقه تا مرز \_\_\_\_\_ شدن پیش رفته است. یعنی با پیشرفت واکنش، \_\_\_\_\_ رنگ، \_\_\_\_\_ می‌یابد و تقریباً به \_\_\_\_\_ می‌رسد. برای محاسبه کمی سرعت واکنش، باید بدانیم که \_\_\_\_\_ رنگ مصرفی چقدر بوده و در چه \_\_\_\_\_ مصرف شده است. خود را بیازمایید ۱ صفحه ۸۴: با توجه به پرسش، در اینجا باید تغییرات \_\_\_\_\_ (مصرفی) را در واحد زمان اندازه‌گیری کنیم:

$$R = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{(\quad)}{(\quad)} = (\quad)$$

«\_\_\_\_\_» یک واکنش‌دهنده یا «\_\_\_\_\_» یک فرآورده در گستره \_\_\_\_\_ قابل اندازه‌گیری را «سرعت \_\_\_\_\_» (مصرف یا تولید) آن ماده می‌نامند ( $\bar{R}$ )

⇐ چرا سرعت «متوسط»؟ چون به صورت عادی، با گذشت زمان، سرعت مصرف یا تولید مواد \_\_\_\_\_ می‌شود یعنی در گستره زمانی انجام واکنش، معمولاً سرعت، \_\_\_\_\_ نیست.

خود را بیازمایید ۲: الف) واکنش‌پذیری روی ○ مس



حذف یون تماشاچی

→ \_\_\_\_\_

در این واکنش، «فلز» الکترون \_\_\_\_\_ و «کاتیون» الکترون \_\_\_\_\_ است، پس:  
واکنش پذیری روی از مس \_\_\_\_\_ است. (واکنش پذیری فلز، تقریباً معادل الکترون \_\_\_\_\_ آن است.)  
(ب) با گذشت زمان،  $\text{Cu}^{2+}$  به \_\_\_\_\_ تبدیل می شود:

مقدار (و غلظت)  $\text{Cu}^{2+}$  \_\_\_\_\_ می یابد. (محلول، کم و کم تر می شود.) و مقدار  $\text{Cu}$  \_\_\_\_\_ می شود. (از) \_\_\_\_\_ خارج می شود و بر سطح \_\_\_\_\_ (یا \_\_\_\_\_ ظرف) می نشیند)

پرسش) تغییرات مقدار  $\text{Zn}$  و  $\text{Zn}^{2+}$  چگونه است؟

با گذشت زمان، \_\_\_\_\_ به \_\_\_\_\_ تبدیل می شود. مقدار (و غلظت)  $\text{Zn}^{2+}$  \_\_\_\_\_ می یابد. (محلول نهایی) \_\_\_\_\_  
رنگ است.) و  $\text{Zn}$  \_\_\_\_\_ می شود (مقداری از تیغه روی \_\_\_\_\_ می شود.)

نکته: اگر فرض کنیم که فلز (مس) تولید شده، فقط روی تیغه (روی) بنشیند، تغییر جرم تیغه، از مقایسه جرم روی \_\_\_\_\_  
شده با جرم مس \_\_\_\_\_ شده به تیغه، به دست می آید.

(پ)

$$\bar{R}_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{(\quad)}{(\quad)} = (\quad)$$

با هم بیندیشیم صفحه ۸۵:



الف) (\_\_\_\_\_) تولیدی، از \_\_\_\_\_ خارج و \_\_\_\_\_ مخلوط باقی مانده \_\_\_\_\_ می شود.

(ب) در کتاب درسی

(پ) با گذشت زمان، مجموع جرم گاز آزاد شده، \_\_\_\_\_ می شود (اما در مقایسه بازه های زمانی ۱۰ ثانیه ای، هرچه زمان  
می گذرد، در بازه های بعدی، گاز \_\_\_\_\_ آزاد می شود). مثال:

گاز آزاد شده در ۱۰ ثانیه اول: گاز آزاد شده در ۱۰ ثانیه دوم:

ت) در ثانیه \_\_\_\_\_ به پایان می رسد چون \_\_\_\_\_ مخلوط پس از آن تغییر \_\_\_\_\_ است.

**تذکر مهم:** برای اندازه گیری سرعت، باید بازه زمانی \_\_\_\_\_ تا \_\_\_\_\_ (s) را در نظر گرفت.

تمرین (با هم بیندیشیم) ۲ و ۳: در کتاب درسی / تمرین (با هم بیندیشیم ۴): سرعت \_\_\_\_\_ تولید  $\text{CO}_2$  ( ) با  
گذشت زمان \_\_\_\_\_ می شود.

یعنی: سرعت واکنش های شیمیایی به تدریج \_\_\_\_\_ و \_\_\_\_\_ تر می شود. (واکنش در ابتدا نسبتاً \_\_\_\_\_ تر و در  
پایان نسبتاً \_\_\_\_\_ تر انجام می شود.)

دلیل: با پیشرفت واکنش، مقدار \_\_\_\_\_ ها به تدریج چه تغییری می کند؟ چرا؟

با هم بیندیشیم تمرین ۵: شیب نمودار همان  $\frac{\Delta}{\Delta t}$  است و به مرور \_\_\_\_\_ می شود (  $\frac{\Delta}{\Delta t}$  در واقع بیانگر  
\_\_\_\_\_ است که به تدریج \_\_\_\_\_ می شود.) های تولیدی هر سه فرآورده در این واکنش برابر است یعنی به  
\_\_\_\_\_ یکسان تولید می شوند.

$\Delta t$  نیز برای همه \_\_\_\_\_ واکنش (از جمله فرآورده ها) \_\_\_\_\_ است. نتیجه: سرعت متوسط \_\_\_\_\_ فرآورده ها  
\_\_\_\_\_ است. (چون \_\_\_\_\_ اولیه فرآورده ها صفر بوده، نمودار مقدار-زمان برای این سه ماده، یکسان است.)

تمرین ۱: سرعت متوسط تولید  $\text{CO}_2$  را در بازه زمانی ۰ تا ۱۰ ثانیه به کمک نمودار یا جدول صفحه ۸۶ به دست آورید.

تمرین ۲: سرعت متوسط تولید  $\text{CaCl}_2$  را در بازه زمانی ۰ تا ۱۰ ثانیه به کمک نمودار صفحه ۸۷ به دست آورید.

با هم بیندیشیم ۵ صفحه ۸۶

نتیجه:  $\leftarrow \bar{R}_{\text{CaCl}_2(0-10s)} \bigcirc \bar{R}_{\text{CO}_2(0-10s)}$  نشانه: یکسان در واکنش موازنه شده  
 نکته: شیب هر دو نمودار صفحه ۸۶ و ۸۷، به تدریج \_\_\_\_\_ می شود، چون سرعت به مرور در حال \_\_\_\_\_ شدن است.  
 تمرین ۳: عبارات زیر را با نوشتن کلمه «کاهش» یا «افزایش» کامل کنید. در واکنش شیمیایی و با گذشت زمان:  
 مقدار واکنش دهنده: شیب نمودار مصرف واکنش دهنده: سرعت متوسط مصرف واکنش دهنده:  
 مقدار فرآورده: شیب نمودار تولید فرآورده: سرعت متوسط تولید فرآورده:  
 خود را بیازمایید ۱ صفحه ۸۷:  $\text{HCl} \bigcirc \text{CaCO}_3 \bigcirc$  به ازای مصرف  $\text{CaCO}_3 \bigcirc$  مول،  $\text{HCl} \bigcirc$  مول مصرف می شود؛

یعنی  $\Delta n$  برای \_\_\_\_\_ باید ۲ برابر \_\_\_\_\_ باشد ( $\Delta t$  برای هر دو \_\_\_\_\_)  $\leftarrow \bar{R}_{\text{HCl}} = \bar{R}_{\text{CaCO}_3}$   
 نتیجه: نسبت سرعت (\_\_\_\_\_ یا \_\_\_\_\_) مواد واکنش، همان نسبت \_\_\_\_\_ آنها است.

خود را بیازمایید ۲ صفحه ۸۸:

$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{SO}_3(\text{g}) \rightarrow \left( \bar{R}_{\text{SO}_2} = \text{---} = \text{---} \right)$   
 $\rightarrow \bar{R}_{\text{SO}_2} = \text{---} = \bar{R}_{\text{O}_2} = x = \frac{\text{mol}}{\text{s}} \times \text{---} = \left( \frac{\text{mol}}{\text{min}} \right)$   
 خود را بیازمایید ۳: الف) \_\_\_\_\_ می شود چون  $\frac{\text{واکنش دهنده}}{\text{فرآورده}}$  است و \_\_\_\_\_ می شود (در نمودار با گذشت \_\_\_\_\_، \_\_\_\_\_ ش کم می شود).

ب) علامت  $\bigcirc$  دارد، چون  $\Delta n$  برای واکنش دهنده، عددی  $\bigcirc$  است.

برای واکنش دهنده ها  $\Delta n \bigcirc$  و برای فرآورده ها  $\Delta n \bigcirc$  است. پ) برای آن که سرعت، همواره عددی  $\bigcirc$  گزارش شود سرعت مصرف واکنش دهنده به صورت  $(\bar{R} = \text{---})$  نوشته می شود، (و برای فرآورده، سرعت تولید به صورت  $(\bar{R} = \text{---})$  نوشته می شود).

ت)

$$\bar{R} = \text{---} = \text{---} = \text{---} = \text{---} \times \left( \frac{\text{mol}}{\text{s}} \right) \times \frac{\text{s}}{\text{min}} = \left( \frac{\text{mol}}{\text{min}} \right)$$

تمرین ۱: نمودار تغییرات مقدار مواد در برابر زمان را برای واکنش فرضی  $A \rightarrow B$  رسم کنید. (فرض کنید واکنش کامل شده است).

الف) زمان پایان واکنش، برای همه مواد واکنش، \_\_\_\_\_ است. (همه باید به \_\_\_\_\_ یکسان ختم شوند).

ب) حتما (در اینجا) باید عرض یکسان \_\_\_\_\_ باشند. (چون در اینجا مول مصرفی واکنش دهنده با مول تولیدی فرآورده \_\_\_\_\_ است) به دلیل \_\_\_\_\_ یکسان در واکنش

پ) همه باید شیب \_\_\_\_\_ شوند داشته باشند (کاهش تدریجی \_\_\_\_\_)

تمرین ۲: نمودار مقدار-زمان را برای واکنش  $N_2(g) + H_2(g) \rightarrow NH_3(g)$  (واکنش را موازنه کنید و فرض کنید که واکنش کامل شده است).

نکته ۱: در نمودار، نقطه شروع برای فرآورده(ها)، معمولاً \_\_\_\_\_ است. (چون در ابتدای واکنش، وجود \_\_\_\_\_)

نکته ۲: در نمودار، نقطه شروع برای واکنش دهنده(ها)، لزوماً همان ضرایب استوکیومتری \_\_\_\_\_.

نکته ۳: اگر ضریب استوکیومتری برای دو واکنش دهنده، یکسان باشد، مقدارشان در شروع و در طول واکنش، لزوماً

با هم برابر \_\_\_\_\_ اما اگر مقدار آنها در ابتدای واکنش یکسان باشد، نمودار آن دو، \_\_\_\_\_ خواهد بود.

نکته ۴: اگر ضرایب استوکیومتری برای دو واکنش دهنده یکسان باشد، شیب نمودار مصرف آنها لزوماً با هم برابر

\_\_\_\_\_.

نکته ۵: اگر ضریب استوکیومتری برای دو فرآورده یکسان باشد، نمودار آنها \_\_\_\_\_ است (اگر مقدار اولیه آنها

\_\_\_\_\_ باشد).

نکته ۶: اگر ضریب استوکیومتری دو ماده (واکنش دهنده یا فرآورده) یکسان باشد، شیب نمودار آنها لزوماً

برابر \_\_\_\_\_.

نکته ۷: ضرایب استوکیومتری مواد واکنش، لزوماً مقدار واقعی آنها را بیان \_\_\_\_\_ و حتماً \_\_\_\_\_ تغییر مقدار

( $\Delta n$ ) آنها را نشان \_\_\_\_\_.

**تذکر بسیار مهم**

مقدار نهایی فرآورده در ۳ حالت یکسان \_\_\_\_\_ و سرعت تولید فرآورده در ۳ حالت یکسان \_\_\_\_\_

خود را بیازمایید صفحه ۸۹ و ۹۰

A :

B :

C :

## غلظت مواد خالص

می‌دانیم که غلظت مول محلول‌ها (مواد  $\frac{\text{خالص}}{\text{ناخالص}}$ ) از رابطه  $M = \frac{\text{ماده}}{\text{حجم}}$  با یکای ( ) به دست می‌آید برای مواد خالص نیز خالص نیز غلظت مولی تعریف می‌شود (از تقسیم «چگالی» بر «جرم مولی»)

$$M = \frac{d(\frac{\text{ماده}}{\text{حجم}})}{(\frac{\text{جرم مولی}}{\text{مول}})}$$

(یکای M)

در مورد غلظت «گازها»، یک تفاوت مهم با «مایع» و «جامد» وجود دارد:

تغییر مقدار «مایع» یا «جامد» ←  $\frac{\text{تغییر حجم}}{\text{عدم تغییر}}$  ← چگالی  $\frac{\text{تغییر می‌کند}}{\text{ثابت است}}$  ← غلظت  $\frac{\text{ثابت است}}{\text{تغییر می‌کند}}$  }  
 تغییر مقدار «گاز» (در ظرف سربسته) ← حجم، تغییر (حجم) ← چگالی ← غلظت  
 نتیجه: با مصرف یا تولید مواد جامد یا مایع، غلظت آن‌ها \_\_\_\_\_  
 با مصرف یا تولید مواد گازی، غلظت آن‌ها \_\_\_\_\_